Algumas observações sobre o “método científico”

Silvio Seno Chibeni

Departamento de Filosofia, IFCH, Unicamp, Brasil. Web site: www.unicamp.br/~chibeni.

Resumo:

Estas notas apresentam e discutem, em nível introdutório, alguns aspectos do chamado “método científico”. Seu objetivo principal é mostrar que embora a complexidade da ciência não permita que se conceba um “método” único, de aplicabilidade geral, para se “fazer” ciência, o conhecimento científico se distingue de outras formas de saber por algumas características importantes, que giram em torno da exposição deliberada e sistemática das teorias científicas à análise racional e ao controle experimental.

1. Introdução

Constitui crença generalizada que o conhecimento fornecido pela ciência é, de algum modo, superior relativamente aos demais tipos de conhecimento, como o do homem comum. Teorias, métodos, técnicas, produtos, contam com aprovação geral quando considerados científicos. A autoridade da ciência é evocada amplamente. Indústrias, por exemplo, freqüentemente rotulam de “científicos” processos por meio dos quais fabricam seus produtos, bem como os testes aos quais os submetem. Atividades várias de pesquisa nascentes se auto-qualificam “científicas”, buscando respeitabilidade. Essa atitude quase que de veneração à ciência deve-se, em boa parte, ao extraordinário sucesso prático alcançado pela física, pela química, pela biologia e por suas ramificações. Assume-se, implícita ou explicitamente, que por detrás desse sucesso existe um “método” especial que, quando seguido, redunda em conhecimento certo, seguro.

A questão de saber que método seria esse tem constituído uma das principais preocupações dos filósofos, desde que a ciência ingressou em uma nova era, no século XVII. Formou-se em torno dela e de outras questões correlacionadas um ramo especial da filosofia, a filosofia da ciência. Essa disciplina passou por transformações importantes no século XX, tendo, como conseqüência, chegado a uma visão do método científico bem mais satisfatória, sob diversos aspectos, do que a que prevaleceu, com algumas variações, nos três séculos precedentes. Não cabe no escopo deste artigo analisar, ou sequer descrever, as diversas concepções históricas, nem tampouco entrar em

detalhes sobre as atuais concepções acerca do chamado método científico.[1] Seu objetivo é o de indicar de forma sucinta e simplificada, para um público de não filósofos, alguns dos pontos sobre a natureza da ciência em que há uma maior concordância entre filósofos da ciência.

Um dos mais importantes desses pontos é o de que, na verdade, não há um método científico no sentido de uma receita universal para se fazer ciência. O escopo da ciência é tão amplo e diversificado que, mesmo sem muita pesquisa filosófica, já é de se desconfiar que é quimérica a idéia de um procedimento único, aplicável a todas as áreas. Além disso, está claro para os especialistas que mesmo em domínios mais restritos a investigação científica não é amoldável a nenhum procedimento fixo e explicitável em termos de regras de aplicação automática. A percepção aguda desse ponto levou alguns filósofos contemporâneos a defender a posição extrema de que simplesmente não há nenhum método científico. O caso mais famoso é, provavelmente, o de Paul Feyerabend, cujo lema é que na ciência "vale tudo". Seu livro mais importante, publicado em 1975, intitula-se justamente *Against Method*. No restante deste texto não seguirei essa posição pessimista, tentando identificar alguns traços do empreendimento científico que, embora não de maneira rígida, permitem diferençá-lo de outros empreendimentos cognitivos.

2. A tripartição aristotélica do conhecimento

Desde a sua origem, o homem sempre cuidou de obter conhecimento sobre os objetos que o cercam. Esse conhecimento primitivo é motivado por algo externo à atividade cognitiva propriamente dita: a necessidade de controle dos fenômenos naturais, com vistas à própria sobrevivência biológica. A Grécia Antiga testemunhou, no entanto, o surgimento de uma perspectiva cognitiva nova: a busca do conhecimento pelo próprio conhecimento, por mera curiosidade intelectual. Aqueles que cultivavam essa busca do saber pelo saber foram chamados *filósofos*, "os que amam ou buscam a sabedoria". Um dos mais importantes deles, talvez mesmo o mais importante de todos os tempos, Aristóteles (c. 384-322 a.C.), abre uma de suas obras fundamentais, *Metafísica*, justamente com a afirmação de que "por natureza, todo homem deseja conhecer" (livro I, cap. 1). Em seguida traça a distinção entre três tipos de saber, ou talvez etapas na busca do saber. Adaptando um pouco a terminologia, trata-se do seguinte:

(i) Conhecimento por *experiência* sensorial direta. Restringe-se aos objetos e eventos individuais, e informa simplesmente acerca do *que é*.

---

[1] Exposições razoavelmente acessíveis a um público não especializado podem ser encontradas, por exemplo, em Losee 1980, Chalmers 1982, Hempel 1966.

(ii) Conhecimento *técnico*. Engloba leis gerais sobre o comportamento dos objetos, mas dirige-se apenas à questão de *como é*. Tal conhecimento basta, pelo menos num primeiro momento, para dirigir nossas ações.

(iii) Conhecimento *teórico*. Também de tipo geral, procura responder a questão de *por que é*, pela investigação das "causas" e "princípios" dos fenômenos. Esse seria o domínio da *ciência* propriamente dita.

Nessa acepção original, o termo 'ciência' (*episteme, scientia*) indica o ideal máximo do saber humano: a apreensão completa e definitiva da realidade de um objeto ou processo. A busca da ciência nesse sentido representava, pois, um desafio imenso. De forma admirável, isso não impediu que fosse aceito pela maioria dos filósofos durante quase dois milênios. Paradoxalmente, foi somente quando a investigação científica do mundo adentrou uma fase particularmente fecunda, a partir do século XVII, que começaram a surgir as primeiras suspeitas sistemáticas de que, talvez, o ideal fosse alto demais. Nessa época, o próprio avanço do saber determinou, entre outras coisas, uma crescente especialização, que se traduziu num desmembramento, relativamente ao tronco comum da filosofia, que englobava quase todas as áreas do saber, de um aglomerado de campos que viria, bem mais tarde, ser chamado de *ciência*, numa acepção mais restrita do termo, e que é a que prevalece hoje em dia.[2] No tronco original permaneceram diversas disciplinas, como a metafísica, a lógica, a epistemologia, a ética e a estética.

No domínio da epistemologia, ou seja, do estudo do conhecimento, surgiram figuras importantes que tomaram a si, entre outras, a tarefa de investigar as origens, fundamentos e limites do conhecimento científico. Dentre elas, merece destaque, por sua relevância para os propósitos deste artigo, John Locke (1632-1704). Foi ele quem pela primeira vez concluiu, por meio de uma análise sistemática, que no domínio do conhecimento do mundo natural (em oposição, por exemplo, ao domínio da matemática), não devemos ter esperanças de satisfazer simultaneamente a dois dos desiderata clássicos da ciência: a universalidade e a certeza. Para poder tratar disso, assim como para preparar caminho para outros tópicos a serem discutidos abaixo, é conveniente introduzir uma distinção importante entre dois tipos de teorias científicas.

3. Teorias fenomenológicas e teorias explicativas

Embora na acepção de Aristóteles da palavra 'ciência' somente o terceiro de seus três tipos de conhecimento seja "científico", na acepção moderna o segundo também integra parte da ciência. O ponto fica claro a partir de uma distinção entre dois tipos de teorias científicas: fenomenológicas e explicativas. Essa distinção diz respeito à natureza das proposições da teoria. As teorias cujas

---

[2] O que hoje denominamos *ciência* era, até o século XIX, denominado *filosofia natural*.

proposições se refiram *exclusivamente* a propriedades e relações empiricamente acessíveis entre os fenômenos são ditas *fenomenológicas* ('fenômeno': aquilo que aparece aos sentidos). Teorias desse tipo têm como função descrever, por suas leis, as correlações entre os fenômenos. Isso é o suficiente para permitir a previsão da ocorrência de um fenômeno a partir da ocorrência de outros. Exemplos importantes de teorias fenomenológicas são a termodinâmica, a teoria da relatividade especial e a teoria da seleção natural de Darwin.

Porém a capacidade de *predição* de fenômenos é apenas o primeiro dos dois grandes objetivos da ciência, no sentido atual do termo. O outro objetivo é o de fornecer *explicações* para os fenômenos, quer individualmente, quer já concatenados por leis de tipo fenomenológico. Numa visão tradicional (adotada daqui em diante), esse objetivo deve ser buscado apontando-se as causas dos fenômenos. Teorias que se proponham a especificar tais causas, a partir das quais se compreenda as razões da ocorrência dos fenômenos, são ditas teorias *explicativas*, ou *construtivas*. Esta última denominação foi sugerida por Einstein, a partir da observação de que as teorias deste segundo tipo envolvem proposições referentes a entidades e processos inacessíveis à observação direta, que são postulados com o objetivo de explicar os fenômenos por sua "construção" a partir dessa suposta estrutura fundamental subjacente (Einstein 1954, p. 228). Exemplos característicos desse tipo de teoria são a mecânica quântica, a mecânica estatística, o eletromagnetismo, a genética molecular e grande parte das teorias químicas.

É importante observar que, do ponto de vista *científico*, essas duas classes de teoria *não* são conflitantes, no sentido de que é possível que um mesmo conjunto de fenômenos seja tratado por duas teorias, uma fenomenológica e outra construtiva; nesse caso, a última vai além da primeira no nível explicativo, complementando-a. Há de tal situação um exemplo notável na física, que é o par termodinâmica – mecânica estatística.

A termodinâmica constitui, desde a primeira metade do século XIX, a teoria fenomenológica básica de todos os fenômenos térmicos. Justamente por ser de tipo fenomenológico, ela atravessou incólume as profundas revoluções sofridas pela física no início do século XX, que alteraram de modo radical os teorias acerca da estrutura da matéria. Essa estabilidade tem, porém, seu preço. Desde a criação da termodinâmica e, em certo sentido, mesmo antes, muitos cientistas sentiram a necessidade de buscar uma teoria construtiva para os fenômenos por ela tratados. Os primeiros passos nessa direção foram dados com o desenvolvimento da teoria cinética dos gases, cujos primórdios remontam ao século XVII. A teoria final – a mecânica estatística – só foi alcançada no início do século XX. Essa teoria assume uma realidade microscópica subjacente, constituída de átomos e moléculas, regidos por certas leis mecânicas, realidade essa que seria responsável pelos fenômenos termodinâmicos, no nível observacional. Assim, por exemplo, o calor é interpretado

como o efeito do movimento rápido das moléculas, a pressão de um gás como o resultado dos impactos de tais moléculas sobre as paredes do recipiente que o contém, a produção de calor por atrito é explicada pela transformação de movimento macroscópico em movimento microscópico das moléculas, etc.

Filosoficamente, a distinção entre teorias fenomenológicas e explicativas é muito expressiva. Antes, porém, de examinar alguns pontos de dessemelhança, tratarei, na seção seguinte, de uma dificuldade epistemológica básica que ambas as classes de teoria apresentam.

4. O problema da indução

Tanto as teorias fenomenológicas como as explicativas envolvem, de forma essencial, *proposições universais*, entre as quais destacam-se as que se classificam como *leis*. Tais proposições englobam no seu âmbito todo o universo de objetos ou processos de determinados tipos. No âmbito das ciências naturais, essas proposições suscitam um problema epistemológico importante: como podem ser *fundamentadas*, ou *justificadas*? Em outros termos, que tipo de evidência pode assegurar sua verdade?

Ao tratar desse problema, alguns filósofos, como Descartes, Leibniz e Kant, tentaram uma via que em filosofia se chama “racionalista”, ou seja, que busca a fundamentação no âmbito exclusivo do pensamento. Parece hoje claro, ao menos para os filósofos da ciência, que essa tentativa não deu certo. Qualquer conhecimento dos entes e processos naturais deve, de alguma forma, apoiar-se na experiência, na observação dos fatos, não na razão pura. Essa tese é usualmente chamada de “empirismo”, e teve em Locke, George Berkeley (1685-1753) e David Hume (1711-1776) seus principais defensores no período moderno. Pois bem: dado que qualquer experiência é necessariamente particular, ou seja, referente a objetos individuais, como pode essa experiência constituir base adequada para as leis científicas, que se referem ao universo inteiro de objetos? Em outros termos, como se pode passar de observações particulares para o caso geral? Esse problema epistemológico é hoje conhecido como *problema da indução*.

Não há espaço aqui para apresentar as pioneiras análises desse problema feitas por Locke e Hume.[3] Enuncio apenas, em termos toscos, a sua conclusão: simplesmente *não há* meios racionais ou empíricos de assegurar, com certeza absoluta, a verdade das leis científicas a partir da experiência ou de raciocínios lógicos. Não considero adequada a interpretação comum de que essa

---

[3] Ver Locke, *An Essay concerning Human Understanding*; Hume, *A Treatise of Human Nature* e *An Enquiry concerinig Human Understanding*.

seria uma conclusão puramente cética.[4] Parece-me que a lição principal a ser tirada dessas análises é que temos de renunciar, de uma vez por todas, ao ideal tradicional do conhecimento *universal e certo* sobre o mundo. Todas as nossas afirmações universais sobre a natureza são irredutivelmente *falíveis*. Nenhum conhecimento científico minimamente complexo para envolver *leis* não pode ser dito *provado*, no sentido estrito do termo.

Não obstante o caráter incontroverso dessa conclusão, parece que não foi ainda assimilada nem pelo homem comum, nem pelos próprios cientistas, que seguem pensando em ciência como sinônimo de certeza. Para os filósofos da ciência, trata-se de ponto pacífico há muito tempo. Nem por isso, porém, deixa de ser para eles perturbador. Uma das razões é que a certeza sempre foi vista como um traço quase que definitório da ciência. Perdido, ficou mais difícil encontrar critérios de demarcação entre ciência e não-ciência que sejam de aplicação geral. Retomarei esse *problema da demarcação* mais adiante.

5. Hipóteses e explicações científicas

Como já observei, as teorias científicas explicativas buscam estabelecer os mecanismos causais dos fenômenos. Tais mecanismos via de regra encontram-se além do nível fenomenológico, ou seja, não podem ser determinados por observação direta. Eles são, tipicamente, postulados como *hipóteses*. A noção de hipótese é crucialmente importante na ciência. Ao contrário do que pensa o homem comum, a ciência não visa a eliminar as hipóteses, nem poderá fazê-lo, se quiser preservar o ideal aristotélico da compreensão do mundo. Não há um meio de, pela investigação, transformar uma hipótese científica – ao menos do tipo relevante para a presente discussão – em algo "provado", e portanto que não seria mais uma hipótese.[5] Diante disso, o que o cientista tem de fazer é desenvolver uma série de critérios que ajudem a determinar o estatuto epistemológico das hipóteses, ou seja, que possibilitem a avaliação das diversas hipóteses, enquanto pretendentes à verdade.

Em vista da predominância das teorias explicativas na ciência, o problema que acaba de ser indicado é de grande importância, e, em seus diversos desdobramentos, constitui a parte mais expressiva das discussões epistemológicas contemporâneas. Mais uma vez, não constitui objetivo destas notas adentrar essas discussões, mas apenas fornecer uma idéia muito simplificada de alguns de seus temas centrais.

---

[4] Para o exame feito por Locke do estatuto epistemológico da leis científicas, ver Chibeni 2005a. Para a posição de Hume quanto a uma série de tópicos que têm relevância para a presente discussão, ver Chibeni 2005b.

[5] Note-se, incidentalmente, que essa é, ao lado, do problema da indução, uma razão importante pela qual o conhecimento científico não deve ser entendido como sinônimo de conhecimento provado.

Há, entre os epistemólogos, uma divisão em dois grupos principais: os realistas científicos e os anti-realistas científicos. Os primeiros são os que defendem que, embora de forma falível, as hipóteses científicas sobre entes e processos inobserváveis têm como propósito realmente afirmar algo sobre esses entes, ou seja, são tentativas genuínas de descobrir como a realidade das coisas é. Os anti-realistas, por sua vez, ou propõem que elas não têm esse objetivo, e devem ser entendidas de outro modo, por exemplo como meros instrumentos formais que auxiliam na concatenação teórica das leis fenomenológicas, mas sem nenhuma pretensão à descrição da realidade subjacente aos fenômenos. Essa forma de anti-realismo é chamada *instrumentalismo*, e está quase no extremo da escala de anti-realismo, só perdendo posição para a proposta de que hipóteses nem mesmo devem ser toleradas na ciência, ficando esta reduzida às teorias fenomenológicas.

Hoje em dia essas duas formas radicais de anti-realismo científico quase não têm defensores. As formas mais moderadas de anti-realismo são mais difíceis de explicar, e não serão apresentadas aqui.[6] Isso não representa uma lacuna grave, pois os filósofos da ciência continuam, em sua maioria, sendo realistas científicos. Darei, pois, mais espaço a essa posição.

Na perspectiva empirista favorecida hoje em dia, o maior desafio para o realista científico é estabelecer ligações entre suas hipóteses e a experiência direta. Uma solução que freqüentemente é sugerida por leigos é que essas ligações se estabelecem por meio de aparelhos de observação, como microscópios, espectrômetros, câmaras de Wilson, etc. Os aparelhos desse tipo "revelariam" os níveis inobserváveis da realidade, de que tratam as hipóteses científicas. Essa sugestão na verdade ignora a verdadeira natureza do problema epistemológico em análise, pois o que qualquer aparelho faz é simplesmente produzir novos fenômenos (imagens, movimentos de ponteiros, etc.). A interpretação desses novos fenômenos depende, porém, de teorias, e portanto de outras hipóteses cujo estatuto igualmente pode ser colocado em questão. Isso não quer dizer, naturalmente, que o recurso a aparelhos não seja importante na busca de evidências a favor de hipóteses sobre os níveis sub-fenomênicos da realidade. Mas sua função é indireta: ao diversificar os fenômenos de uma área, torna mais estreita a margem de escolha teórica. (Ver seção 9, abaixo.)

6. Teste de hipóteses: refutações

Na avaliação das hipóteses, e, mais geralmente, dos conjuntos estruturados de hipóteses a que chamamos *teorias*, a atenção epistemológica tem que ser focalizada na estrutura formal da relação entre hipótese e experiência. Dada uma hipótese H e a evidência experimental E, está evidentemente excluída a possibilidade de uma inferência lógica direta do tipo $E \rightarrow H$. Se isso existisse, H não seria mais uma hipótese, mas simplesmente uma conseqüência lógica de alguma

[6] Para um levantamento sistemático das principais formas de anti-realismo científico, ver Chibeni 1997.

observação. Mas isso não é o caso, tanto porque H contém, explicitamente, referência a um nível de realidade diferente do de E, como também pelo simples fato de H ser, na maioria das vezes, uma proposição geral.

O que se tem, nos casos típicos, é uma relação inversa: $H \rightarrow E$. Isso significa que H tem implicações empíricas. Esse é, na verdade, o que se poderia chamar de *critério básico* de qualquer hipótese científica. Um hipótese que não tenha nenhuma conseqüência experimental não passa de suposição vazia, do ponto de vista cognitivo, e não pode ser aceita na ciência. Quando esse requisito básico é satisfeito há duas situações possíveis: i) a implicação experimental E é verdadeira; ii) ela é falsa. Começarei tratando do segundo desses casos.

Suponha então que a implicação experimental E seja falsa: a observação do mundo mostra que E de fato *não* ocorre. Aparentemente, esse é o caso mais fácil de analisar, pois a lógica garante que, então, a hipótese H é falsa também. Esquematicamente, temos a estrutura argumentativa chamada *modus tollens*:

$$\begin{array}{c} H \rightarrow E \\ \sim E \\ \hline \sim H \end{array}$$

(Aqui, o traço horizontal divide as premissas (H → E e ~ E) da conclusão (~H), e '~' simboliza a negação.) Nesse caso, H é dita *refutada*, ou *falseada*, devendo ser rejeitada.

Embora à primeira vista esse não seja um caso interessante, essa impressão é errada, pois da refutação de uma hipótese se aprende algo importante: que o mundo *não* é como a hipótese diz ser. À falta de um acesso epistêmico direto, isso já é alguma coisa, podendo, por exemplo, direcionar a pesquisa para outras hipóteses melhores. Um dos mais importantes filósofos da ciência contemporâneos, Karl Popper, desenvolveu sua teoria da ciência em torno dessa idéia: a ciência progride na direção de um melhor conhecimento do mundo por um processo de conjeturas e refutações. O conhecimento científico é irredutivelmente hipotético, conjetural, mas as nossas hipóteses acerca do mundo vão se aperfeiçoando ao longo do tempo pela sistemática eliminação de hipóteses falsas.[7]

É apropriado neste ponto retomar brevemente a questão da demarcação. Como a demarcação entre ciência não-ciência, ou pseudo-ciência, não pode ser feita com base na existência de um procedimento que garanta infalivelmente a verdade das proposições científicas, Popper propôs que o que diferencia a ciência é a *falseabilidade* de suas proposições básicas, ou seja, o poderem *em*

---

[7] Veja-se, por exemplo, Popper 1968, 1972a, 1972b, 1983.

princípio ser refutadas pela experiência. É claro que as hipóteses e teorias de fato aceitas num dado momento não podem já ter sido refutadas ou falseadas. Mas é importante que sejam falseáveis, pois caso contrário não teriam potenciais pontos de contato com a realidade.

7. Integração teórica

Nessa discussão tomamos por base a situação mais simples de refutação, em que uma única hipótese H leva a uma conseqüência experimental E. Ora, como enfatizaram os filósofos contemporâneos Pierre Duhem e Willard Quine, raramente na ciência uma hipótese é capaz de levar a implicações experimentais se tomada *isoladamente* de outras hipóteses.[8] Essas outras hipóteses são ditas *hipóteses auxiliares*, justamente porque auxiliam no estabelecimento de situações de teste reais. Isso traz conseqüências importantes. Uma delas é a inaplicabilidade do *modus tollens* idealizado, apresentado na seção precedente. Ao invés dele tem-se um argumento mais complexo, no qual a hipótese auxiliar (ou conjunto de hipóteses auxiliares) A se junta a H:

$$\begin{array}{c} (H \;\&\; A) \rightarrow E \\ \sim E \\ \hline \sim (H \;\&\; A) \end{array}$$

O problema aqui é que essa conclusão é a negação de uma *conjunção*, o que logicamente pode significar tanto a falsidade de H como a de A, ou de ambas, pois ~ (H & A) é logicamente equivalente a (~ H *ou* ~ A). Portanto, esse argumento mais próximo da situação real da ciência não permite inferir com certeza que H seja falsa. O teste não funciona como uma falseação conclusiva: alguém que queira manter que H é verdadeira pode atribuir a falsidade de (H & A) à falsidade de A. Os cientistas muitas vezes fizeram isso ao longo da história da ciência.[9]

Assim como no caso do problema da indução, acredito que a reação apropriada aqui não seja a de um ceticismo completo quanto à possibilidade de refutação de hipóteses na ciência. A lição importante a ser tirada dessa análise é a de que o conhecimento científico tem *caráter essencialmente integrado*: não consiste de aglomerados de proposições, cada uma das quais possa ser avaliada independentemente das demais. Quine expressou bem o ponto dizendo que “nossas proposições sobre o mundo externo enfrentam o tribunal da experiência sensível não individualmente, mas corporativamente” (Quine 1953, seção 5). Voltarei a esse assunto mais adiante. Diante de evidência desfavorável, o cientista deverá apelar a critérios extra-lógicos, mais sutis e difíceis de explicitar, sobre o que fazer com sua teoria, sobre que partes modificar.

---

[8] Ver, por exemplo, Quine 1953.

[9] Para exemplos, ver Hempel 1966, Lakatos 1970 e Chalmers 1982.

8. Teste de hipóteses: confirmação

Passo agora à segunda possibilidade em uma situação de teste de hipóteses, em que a implicação experimental E é verdadeira, ou seja, observações do mundo mostram que E de fato ocorre. Neste caso a situação mostra-se já de início bem complicada, pois a verdade de E *não* garante logicamente a verdade de H. Uma tentativa de argumentar diretamente nesse sentido seria armar a seguinte estrutura:

$$\frac{\begin{array}{c} H \rightarrow E \\ E \end{array}}{H}$$

Ora, essa estrutura formal representa um tipo de argumento logicamente *não*-válido, a chamada *falácia da afirmação do conseqüente*: a verdade da conclusão não segue logicamente da verdade das premissas.

Apesar dessa limitação lógica séria, há uma importante "intuição" por detrás de um argumento desse tipo, e que talvez possa ser preservada. Parece natural pensar que se a verdade das implicações experimentais de uma hipótese for constatada experimentalmente, a hipótese será *de algum modo* "*confirmada*" pela experiência. Pelo menos, sabe-se que nesse caso a experiência não refutou a hipótese, e isso já é alguma coisa.

O caminho mais promissor de levar adiante essa "intuição" parece ser o que foi pela primeira vez explorado de forma sistemática por Charles S. Peirce, filósofo americano do final do século XIX. Ele propôs que temos aqui uma forma de inferência não-lógica e não-indutiva que chamou de *abdução*. Um dos modos pelos quais Peirce introduziu a noção de inferência abdutiva foi por meio do seguinte esquema:

> O fato surpreendente, *C*, é observado.
> Mas se *A* fosse verdade *C* seria um fato natural.
> Logo, há razões para suspeitar que *A* seja verdade. [10]

Como se percebe, trata-se de alegar que o *poder explicativo* de uma hipótese (*A*) fornece bases para crermos em sua verdade. A discussão explícita desse tipo de inferência intensificou-se na filosofia da ciência a partir da década de 1960, em virtude, entre outros fatores, do trabalho de Gilbert Harman (1965, 1968). Por enfatizar que, tipicamente, as inferências abdutivas envolvem a

---

[10] Peirce, *Collected Papers*, 5.189; ver também 6.525. Para um estudo recente das contribuições de Peirce para o estudo das inferências abdutivas, ver Menna, 2003. Lipton, 2004 faz um exame detalhado dessa forma de inferência.

comparação de diversas hipóteses para explicar um dado fato surpreendente, Harman propôs renomeá-las como *inferências da melhor explicação*.[11]

Está claro que nesse esquema inferencial a conclusão é obtida de modo falível: nada garante com certeza que a melhor dentre as diversas explicações oferecidas num dado momento para um certo conjunto de fenômenos seja verdadeira, e nem mesmo que se aproxime mais da verdade do que as outras. Não obstante, o esquema é amplamente empregado tanto na vida comum como na ciência. Tal ponto é reconhecido até mesmo pelos críticos do emprego das inferências abdutivas para fins de legitimação da posição realista científica. As objeções que eles levantam são complexas demais para serem analisadas aqui. Elas cumprem um papel importante, mesmo para os filósofos que, no balanço final, continuam sendo realistas: o de exercer uma pressão constante sobre eles para o desenvolvimento de formas mais sofisticadas de abdução. A literatura sobre essa polêmica é extensa.[12] Não podendo aqui adentrar a discussão, limitar-me-ei a enumerar, de forma muito breve, alguns aspectos que qualquer teorização científica deve apresentar para que se credencie de forma mais robusta para enfrentar o desafio de colocar-se como candidata a representação da realidade. Alguns desses aspectos são destilados, por um processo de simplificação drástica, da referida literatura sobre as inferências abdutivas; outros são de natureza mais geral, ou ligados a outros debates em filosofia da ciência.

9. Desiderata de uma boa teorização científica

a) Integração teórica

Na seção 7, acima, o assunto da integração teórica foi introduzido a propósito da necessidade de refinar a análise do processo de falseação de hipóteses. De um modo geral, as ciências maduras não trabalham com a noção de hipóteses isoladas, mas de *teorias*, que devem ser entendidas não como meros agregados de hipóteses, mas como conjuntos de hipóteses integradas por vínculos lógicos e outros de natureza mais geral. Essas ligações *inter-teóricas* são crucialmente importantes para possibilitar a extração de conseqüências experimentais de nossas hipóteses sobre os mecanismos inobserváveis dos fenômenos, que, isoladas, em geral não permitem isso. Com isso, não apenas elas se tornam falseáveis, mas, do lado positivo, podem receber *apoio* umas da outras,

---

[11] Harman 1965, 1968. Thagard (1978) oferece uma análise da questão importante da determinação do mérito *relativo* das explicações.

[12] Dois dos mais importantes críticos do uso das inferências abdutivas para a defesa do realismo científico são Larry Laudan (1984a, 1984b) e Bas van Fraassen (1980). Entre os defensores, estão, por exemplo, Leplin (1997) e Psillos (1999). Para numerosas outras referências, ver Chibeni 1997 e 2006, trabalhos em que defendo a posição realista.

na medida em que o conjunto teórico exiba *coerência*. Isso acomoda o fato importante, reconhecido pelos cientistas de ramos mais maduros da ciência, de que o suporte experimental a uma determinada hipótese muitas vezes é indireto, mediado por outras com as quais se integrem teoricamente.

Filósofos da ciência contemporâneos têm mesmo proposto que a unidade básica da ciência é algo ainda mais abrangente do que uma teoria. Assim, Thomas Kuhn propôs a noção de *paradigma*, Imre Lakatos a de *programa de pesquisa científico*, Larry Laudan a de *tradição de pesquisa científica*.[13] Há divergências importantes entre essas propostas, mas todas ressaltam que o paradigma, programa de pesquisa ou tradição é algo que envolve muito mais do que uma teoria, incluindo, por exemplo, valores e diretrizes metodológicas, as mais das vezes implícitas. Essas estruturas são, ademais, dinâmicas: nascem e se elaboram gradativamente, em um processo de influenciação *recíproca* com a experiência, bem como com outras teorias. Se é verdade que as teorias científicas devem apoiar-se na experiência, residindo mesmo nela a sua principal razão de ser, não é menos verdade que *a busca, condução, classificação e análise dos dados empíricos requer diretrizes teóricas*.

Outro aspecto importante, enfatizado por Lakatos em particular, é a *hierarquização teórica*. As hipóteses que formam a teoria de um bom programa de pesquisa são, tipicamente, arranjadas numa escala de valores: as mais importantes formam um núcleo duro, que deve, tanto quanto possível, ser preservado de falseações (num argumento de *modus tollens* complexo, como o ilustrado na seção 7). Estas devem, ao menos num primeiro momento, ser dirigidas às hipóteses menos centrais, que formam o *cinturão protetor* do núcleo. Essa estratégia representa uma regra de tolerância, que visa a dar uma chance para os princípios fundamentais do núcleo mostrarem a sua potencialidade. Lakatos reconhece, porém, que essa atitude conservadora tem seus limites. Quando o programa como um todo mostra-se sistematicamente incapaz de dar conta de fatos importantes e de levar à predição de novos fenômenos (i.e., torna-se *degenerante*), deve ceder lugar a um programa mais adequado, *progressivo*.

A concepção lakatosiana de ciência envolve um novo critério de demarcação entre ciência e não-ciência. O critério tradicional, ainda hoje aceito por leigos, considera científicas somente as teorias "provadas" empiricamente. Tal critério é, como vimos, forte demais: não haveria, segundo ele, nenhuma teoria genuinamente científica, pois todo conhecimento do mundo exterior é falível. Também o critério falseacionista, segundo o qual só são científicas as teorias refutáveis, elimina demais: como nenhuma teoria pode ser rigorosamente falseada, nenhuma poderia classificar-se como científica. O critério de demarcação proposto por Lakatos, por outro lado, adequadamente

---

[13] Kuhn 1970, Lakatos 1970, Laudan 1977, 1996.

situa no campo científico algumas das teorias unanimemente tidas como científicas, como as grandes teorias da física. Esse critério funda-se em duas exigências principais: uma teoria deve, para ser científica, *estar imersa em um programa de pesquisa, e este programa deve ser progressivo*.[14]

b) Predição de fenômenos de tipos novos; consiliência de induções

Como acabo de mencionar, a noção lakatosiana da progressividade de um programa de pesquisa envolve, com elemento central, a capacidade de, a partir de sua teoria, prever-se a ocorrência de fenômenos de tipos novos, ainda não observados. De todas as virtudes exibidas por uma teoria, essa é, talvez, a que, individualmente, mais peso tem na sua avaliação. Os realistas científicos e, em geral, os próprios cientistas, mantêm que as teorias científicas capazes de *antecipar fenômenos inusitados* não podem deixar de capturar a realidade, ainda que de forma incompleta e aproximada. Se a informação empírica referente às implicações experimentais da teoria já estava totalmente disponível quando a teoria foi formulada, alguém cético quanto a ela pode alegar que o fato de levar a essas implicações verdadeiras não dá nenhum indício de que seja verdadeira, pois a hipótese terá sido feita de propósito (*ad hoc*) para dar conta dessas implicações. Tal arrazoado não se aplica, porém, aos casos em que a teoria leva a predições empíricas *novas*. [15]

Uma variante, ou complemento importante, desse critério, foi destacada por William Whewell, no século XIX: "quando a hipótese, de si própria e sem ajustes para tal fim, fornece-nos a regra e a razão de uma classe [de fatos] não contemplados em sua construção, temos um critério de sua realidade que até agora nunca se pronunciou a favor de falsidades."[16] Whewell chamou esse traço teórico de "consiliência de induções": a capacidade de uma teoria *unificar classes de fenômenos conhecidas, mas até então tidas como desconexas*.[17]

c) Quantidade, variedade e precisão da evidência empírica; simplicidade teórica

c1) *Quantidade*: quanto mais implicações experimentais verdadeiras a teoria tiver, melhor. Uma teoria capaz de acomodar um número muito limitado de fatos abre-se facilmente à suspeita de ser *ad hoc*, ou seja, feita tendo em vista justamente dar conta desses fatos, não tendo, portanto, boas credenciais epistêmicas. Mas o fator numérico não é tudo aqui: mais importante ainda é a variedade das conseqüências experimentais da teoria.

---

[14] Ver Lakatos 1970, pp. 175-6. Exposições compactas, mas razoavelmente precisas, das idéias de Lakatos e Kuhn pode ser encontradas em Chalmers 1982.

[15] Para uma discussão e referências a trabalhos importantes, ver Chibeni 1996 e 2006.

[16] Whewell, 1989, p. 155. Ver também p. 153.

[17] Para mais detalhes sobre o argumento de Whewell, ver Carrier, 1991 e Achinstein, 1992.

c2) *Variedade*: A teoria deve cobrir uma área ampla de fatos, ou seja, deve ser *abrangente*. Com isso, maximiza-se sua exposição a possíveis falseações, o que, como vimos, é uma virtude importante de uma boa teoria científica. Caso a teoria sobreviva às tentativas de falseação em tantos casos diversos, ganha-se segurança de que é verdadeira.

c3) *Precisão*: Quanto mais precisas as predições experimentais da teoria, maior a sua falseabilidade. Teorias vagas e imprecisas são imunes ao eventual veredicto negativo dos testes a que seja submetida, e isso é séria desvantagem, pois desestimula a busca de teorias melhores.

c4) *Simplicidade teórica*. Apresentando-se duas ou mais teorias alternativas para dar conta de um certo conjunto de fenômenos, devemos preferir a mais simples delas (supondo que seus méritos quanto a outros fatores sejam iguais). Muitos cientistas e alguns filósofos fazem a suposição de que as verdadeiras leis da natureza são simples, e que portanto a busca de teorias simples é, ao mesmo tempo, a busca de teorias que se aproximam da verdade. Essa associação entre simplicidade e verdade não é nada evidente, e nem parece haver um caminho pelo qual possa ser estabelecida. Por essa razão, os filósofos da vertente anti-realista rejeitam a associação como "metafísica", e portanto sem valor para a ciência ou mesmo para a filosofia. No entanto, tem funcionado pelo menos como um ideal regulador da ciência. Assim, a simplicidade pode continuar sendo procurada, ao menos, por razões heurísticas, ou pragmáticas.

Referências

ACHINSTEIN, P. Inference to the best explanation: Or, Who won the Mill-Whewell debate? *Studies in the History and Philosophy of Science,* 23, 2, p. 349-64, 1992.

ARISTOTLE. *Metaphysics*. In: Barnes, J. (ed.) *The Complete Works of Aristotle*. Princeton, Princeton University Press, 1984.

BACON, F. *Novum Organum*. Translated and edited by P. Urbach and J. Gibson. Chicago, Open Court, 1994.

CARRIER, M. What is wrong with the miracle argument? *Studies in the History and Philosophy of Science,* 22, 1, p. 23-36, 1991.

CHALMERS, A. F. *What is this Thing called Science?* 2nd. ed. Buckingham, Open University Press, 1982.

CHIBENI, S. S. A inferência abdutiva e o realismo científico. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (série 3), 6, 1, p. 45-73, 1996.

——. *Aspectos da Descrição Física da Realidade.* (*Coleção CLE*, vol. 21). Campinas, Centro de Lógica, Unicamp, 1997. (xvi + 208 pp.)

——. Locke on the epistemological status of scientific laws. *Principia*, **9** (1-2): 19-41, 2005a.

——. A Humean analysis of scientific realism. *Ensaios sobre Hume*, Lívia Guimarães (org.), Belo Horizonte, Segrac Editora, 2005b. Pp. 89-108.

——. Afirmando o conseqüente: Uma defesa do realismo científico (?!). *Scientiae Studia*, **4** (2): 221-249, 2006.

CUSHING, J., DELANEY, C.F. & GUTTING, G.M. (eds.) *Science and Reality*. Notre Dame, University of Notre Dame Press, 1984.

EINSTEIN, A. "What is the theory of relativity". In: *Ideas and Opinions*, Crown, 1954 (Wing Books reprint), pp. 228-30.

FEYERABEND, P. K. *Against Method*. London: Verso 1978.

HARMAN, G. The inference to the best explanation. *Philosophical Review,* 74, 1, p. 88-95, 1965.

——. Enumerative induction as inference to the best explanation. *Journal of Philosophy,* 65, 18, p. 529-33, 1968.

HEMPEL, C. G. *The Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1966.

HUME, D. *A Treatise of Human Nature*. D. F. Norton and M. J. Norton (eds.), Oxford: Oxford University Press, 2000.

———. *An Enquiry concerning Human Understanding*. T. L. Beauchamp (ed.), Oxford: Oxford University Press, 1999.

KUHN, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. 2 ed., enlarged. Chicago and London: University of Chicago Press 1970.

LAKATOS, I. Falsification and the methodology of scientific research programmes. In: Lakatos & Musgrave 1970, pp. 91-195.

LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge, Cambridge University Press, 1970.

LAUDAN, L. A confutation of convergent realism. In: Leplin 1984, p. 218-49. 1984a.

——. Explaining the success of science: Beyond epistemic realism and relativism. In: Cushing et al. 1984, p. 83-105. 1984b.

———. *Progress and its Problems*. Berkeley and Los Angeles, University of California Press, 1977.

———. *Beyond Positivism and Relativism*, Oxford, Westview Press, 1996.

LEPLIN, J. (ed.) *Scientific Realism*. Berkeley, University of California Press, 1984.

——. *A Novel Defense of Scientific Realism*. New York and Oxford, Oxford University Press, 1997.

LIPTON, P. *Inference to the Best Explanation*. 2nd. ed., London, Routledge, 2004.

LOCKE, J. *An Essay Concerning Human Understanding.* London, Oxford University Press, 1975.

LOSEE, J. *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*. 2 ed. Oxford, Oxford University Press, 1980.

MENNA, S. H. *Metodologías y Contextos*. Córdoba (Argentina), Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, 2003.

NAGEL, E. *The Structure of Science*. Indianapolis and Cambridge: Hackett Publishing Company, 1979.

PEIRCE, C.S. *Collected Papers*, volumes 5 e 6. Ed. Charles Hartshorne. Cambridge, Mass., The Belnap Press of Harvard University Press, 1934-1935.

POPPER, K.R. *The Logic of Scientific Discovery*. 5.ed., revised. London, Hitchison, 1968.

——. *Conjectures and Refutations*. 4.ed., revised. London, Routledge and Kegan Paul, 1972a.

——. *Objective Knowledge*. Oxford, Clarendon Press, 1972b.

——. *Realism and the Aim of Science*. London, Hutchinson, 1983.

PSILLOS, S. *Scientific Realism. How Science Tracks Truth*, London and New York, Roudledge, 1999.

QUINE, W.V.O. Two dogmas of empiricism. In: Quine 1953, pp. 20-46.

——. *From a Logical Point of View*. Cambridge, Mass., 1953.

THAGARD, P.R. The best explanation: Criteria for theory choice. *Journal of Philosophy,* 75, 2, p. 76-92, 1978.

VAN FRAASSEN, B. C. *The Scientific Image*. Oxford, Clarendon Press, 1980.

WHEWELL, W. Textos diversos reunidos em *Theory of Scietific Method*, R. E. Butts (ed.), Indianapolis, Hackett Publishing Company, 1989.